



INTEGRACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES & LIMPIEZA INDUSTRIAL

PROGRAMA DE REMEDIACIÓN TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V. Sin. D0003117

Derrame de aproximadamente 25,000 L de Turbosina, a la altura Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán.



“Profesionales y éticos...para su tranquilidad”

Monterrey, Nuevo León, abril de 2018

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.....	1
1.1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME.....	2
1.2.1. Derrame y diligencias	2
1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN.....	3
1.4. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN.....	4
1.5. LABORES DE EMERGENCIA.....	7
1.5.1. Construcción de Celda Provisional.....	7
1.5.2. Extracción, Acarreo y Depósito del material edáfico afectado a Celda Provisional.....	7
1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE MÉRIDA.....	8
1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME.....	9
1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA.....	11
1.9. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	12
1.10. EDAFOLOGÍA.....	14
1.11. CLIMA.....	16
1.12. HIDROLOGÍA.....	17
1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	19
1.13.1. Localización del área dañada.....	20
1.13.2. Cuadro de muestreo.....	20
1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante.....	20
1.13.4. Cuadro de construcción	20
1.13.5. Tira marginal.....	20
1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL.....	21
1.14.1. Objetivo.....	21
1.14.2. Actividades y tiempos de ejecución.....	21
1.14.3. Personal involucrado y sus responsabilidades.....	21
1.14.4. Sitio de muestreo.....	22

1.14.5. Hidrocarburos a analizar.....	22
1.14.6. Muestreo.....	23
1.14.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras.....	25
1.14.8 Medidas y equipo de seguridad.....	25
1.14.9 Aseguramiento de calidad del muestreo.....	25
1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL.....	27
1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO.....	28
1.16.1. Análisis de resultados.....	30
1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN.....	33
2. DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN	35
3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN.....	36
3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN.....	36
3.2. MARCO TEÓRICO.....	37
3.2.1. Remediación de suelos	37
3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN.....	39
3.3.1. Criterios de selección.....	39
3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.....	40
3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA.....	41
3.6. USO FUTURO DEL SUELO.....	41
3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES.....	42
4. DOCUMENTOS ANEXOS DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN.....	43

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

1.1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente **Programa de Remediación (PR)** fue elaborado por **ISALI, S.A. de C.V. (ISALI)** e informa sobre las actividades desarrolladas, las Labores de Emergencia, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo dañado, debido al derrame de **Turbosina** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 25,000 L**. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.**, ocurrido el 30 de diciembre de 2016 en el **Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán**.

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos, se ha elaborado el presente Programa de Remediación. En éste se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, las Labores de Emergencia, los resultados de los estudios y análisis realizados, el diagnóstico y las conclusiones correspondientes conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como la propuesta de remediación adecuada.

El resultado de los análisis indica que las muestras tomadas en el **área total afectada (400 m²)** correspondiente a la Fosa de Excavación no superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, más no así para el material depositado en celda provisional obteniendo valores por encima de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la norma en mención para Hidrocarburos Fracción Media (HFM), debido a esta razón, un **volumen total de 320 m³** de suelo dañado con **Turbosina** depositado en celda provisional debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **17 semanas**.

**NOMBRE Y CORREO ELECTRÓNICO DE LA PERSONA
FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y
113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Ingeniero de Proyecto

ISALI, S.A. de C.V.

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 30 de diciembre de 2016 en el **Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán**. En el sitio se derramó **Turbosina** (*Anexo I – Documento de Embarque*) siendo la cantidad derramada de **aproximadamente 25,000 L.**

La empresa **Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.** dio aviso formal del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) ingresando escrito ante dicha Dirección en fecha 02 de enero de 2017 conteniendo como anexos el formato de Aviso Inmediato P-ASEA-USIVI-004 y la Formalización de Aviso P-ASEA-USIVI-005 (*Anexo II – Aviso de Derrame*).

Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el sitio de derrame capturando exposiciones digitales del mismo (*Anexo III – Fotográfico – Visita inicial*).

1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.** cuya actividad es el transporte público federal de carga. Los datos generales son los siguientes:

- Representante legal: Fernando Valente Meneses Salinas
- Domicilio para oír y recibir notificaciones: Av. [REDACTED]
[REDACTED]
- RFC: [REDACTED]
- Tel: [REDACTED]
- Correo electrónico: [REDACTED]

**DIRECCIÓN, RFC, TELÉFONO Y CORREO
ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL, ART.
116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y
113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

1.4. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN

Con el objetivo de predelimitar el área y el volumen a extraer, se realizó un sondeo en campo durante las Labores de Emergencia realizadas en fecha 04 de enero de 2017, analizando las muestras con equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-448-DRAFT METHOD 9074, el cual arroja resultados específicos en unidades de partes por millón (lo cual en una base de masa por masa son idénticas a miligramos por kilogramos) para el producto derramado, ya que antes de realizar el análisis de las muestras tomadas en el sitio durante el mencionado sondeo, dicho equipo se calibra y se configura para el hidrocarburo a analizar seleccionando el factor de respuesta (RF) correspondiente, tal como se puede observar en la Figura Ilustrativa No. 1.1. y en la Hoja de datos de campo del Petroflag (*Anexo IV – Hoja de datos*). Cabe mencionar que al tratarse de un monitoreo interno por parte de la empresa ISALI, S.A. de C.V., no se generó un Informe de Resultados ni Cadenas de Custodia, solo la Hoja de datos de campo del Petroflag mencionada anteriormente, llenada por personal de campo durante la realización de las Labores de Emergencia.

Hydrocarbon Type	Method Detection Limit (ppm)	Response Setting
Transformer Oil	15	10
Grease	15	9
Hydraulic Fluid	10	8
Transmission Fluid	19	8
Motor Oil	19	7
#2 Fuel Oil	25	7
#6 Fuel Oil	18	6
Diesel Fuel	13	5
Gear Oil	22	5
Low Aromatic Diesel	27	4
Pennsylvania Crude Oil	20	4
Kerosene	28	4
Jet A	27	4
Weathered Gasoline	200**	2

Figura Ilustrativa No. 1.1. Factor de Respuesta

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el sondeo, mencionado anteriormente, así como el croquis del sitio en estudio:

Tabla No. 1.1. Resultados de Sondeo									
Puntos de Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Peso (g)	Hora	HFM		Sitio de toma de muestra	Resultados	
					Factor de Respuesta	Lectura (ppm)			
1	S-01	0.20	9.9	08:00	4	>1200	Área Afectada	Dentro de Norma <1200 ppm Fuera de Norma >1200 ppm	
	S-02	0.40	9.9	12:11	4	>1200			
	S-03	0.60	10.1	14:30	4	>1200			
	S-04	0.80	10.0	16:30	4	<1200			
2	S-05	0.20	9.9	08:10	4	>1200			
	S-06	0.40	10.0	10:57	4	>1200			
	S-07	0.60	9.9	13:23	4	>1200			
	S-08	0.80	10.0	16:38	4	<1200			
3	S-09	0.20	9.8	08:12	4	>1200			
	S-10	0.40	10.0	11:06	4	>1200			
	S-11	0.60	9.8	15:18	4	>1200			
	S-12	0.80	10.0	17:00	4	<1200			
4	S-13	0.20	10.0	08:00	4	>1200			
	S-14	0.40	10.1	11:33	4	>1200			
	S-15	0.60	9.9	14:49	4	>1200			
	S-16	0.80	9.9	16:36	4	<1200			
5	S-17	0.20	9.9	07:54	4	>1200			
	S-18	0.40	9.8	09:35	4	>1200			
	S-19	0.60	10.0	12:12	4	>1200			
	S-20	0.80	9.8	16:21	4	<1200			
6	S-21	0.40	9.8	08:06	4	<1200			Periferia del Área Afectada
	S-22	0.80	10.0	08:34	4	<1200			
7	S-23	0.60	9.9	09:02	4	<1200			
8	S-24	0.50	9.8	09:18	4	<1200			
9	S-25	0.70	9.8	09:36	4	<1200			
10	S-26	0.40	9.9	09:55	4	<1200			
	S-27	0.80	9.8	10:13	4	<1200			
11	S-28	0.20	9.9	10:22	4	<1200			
12	S-29	0.40	10.0	10:43	4	<1200			
13	S-30	0.80	10.1	10:50	4	<1200			

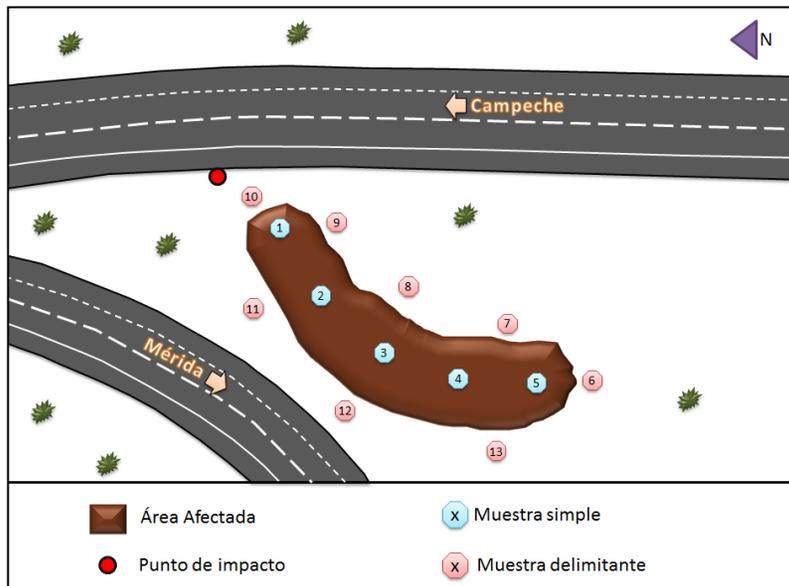


Figura Ilustrativa No. 1.2. Croquis de Puntos de sondeo

Derivado de los resultados obtenidos de las muestras analizadas durante el sondeo realizado en el sitio, el material afectado se extrajo hasta la profundidad de 0.80 m en donde se encontraron concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM).

Tabla 1.2. Resumen de extracción		
Profundidad (m)	Punto de muestreo	Lectura (ppm)
0.20	1,2,3,4 y 5	>1200
0.40	1,2,3,4 y 5	>1200
0.60	1,2,3,4 y 5	>1200
0.80	1,2,3,4 y 5	<1200

Lo anterior aunado al conocimiento y la experiencia técnica de nuestro personal de campo, quien determina cualitativamente (olfativa, táctil y visualmente) si el material posee características como: suelo aceitoso, suelo de un color oscuro (diferente al suelo sin afectación), y con olor característico a hidrocarburo. Cabe mencionar que el material extraído se coloca sobre la celda provisional construida durante dichas labores.

Es importante señalar que lo obtenido durante el sondeo realizado en campo, se corroborará con la realización del Muestreo Inicial ejecutado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) y aprobado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

1.5. LABORES DE EMERGENCIA

Acorde a lo establecido en el artículo 130 fracción I del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismo que a la letra dice:

Artículo 130.- Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:

- I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;*
- II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;*
- III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto a las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y*
- IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.*

Tal como se mencionó anteriormente, en fecha 04 de enero de 2017 se llevaron a cabo diversas actividades en el sitio en estudio, esto con el objetivo de contener el derrame de Turbosina y la afectación al mismo, las cuales se enlistan a continuación:

1.5.1. Construcción de Celda Provisional

- Con la ayuda de maquinaria pesada, tal como lo es la retroexcavadora, se construyó una celda provisional con cárcamo de material edáfico libre de contaminantes previamente compactado y cubierto con una película de polietileno de alta densidad en la coordenada de referencia 16Q 0221943 2313431, con dimensiones de aproximadamente 22 m de largo x 10 m de ancho.

1.5.2. Extracción, Acarreo y Depósito del material edáfico afectado a celda provisional

- Con ayuda de maquinaria pesada como la retroexcavadora, se realizó la extracción del material edáfico afectado con Turbosina para posteriormente depositarlo en la celda provisional.

Estos trabajos se plasmaron en exposiciones digitales tomadas por personal de ISALI, S.A. de C.V. (Anexo V – Fotográfico - Labores de Emergencia).

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE MÉRIDA¹

El municipio de Mérida se encuentra entre los paralelos 20° 45' 00" y 21° 15' 00" de Latitud Norte y 89° 30' 00" y 89° 45' 00" de Longitud Oeste, a una altura de 09 msnm. Limita al Norte con los municipios de Progreso y Chicxulub; al Sur con Abalá, Tecoh y Timucuy; el Oeste con Ucú y Umán.

En el municipio de Mérida se encuentran las siguientes localidades: San Pedro Chimay, Texan Cámara, Xmatkuil, Santa Cruz Palomeque, Yaxnic, Oncan, Chalmuch, Susulá, Cheuman, San Antonio Dzikal, Xcanatún, Temozón Norte, Kutz, Suytunchen, Kikteil, Dzidzilche, San Diego Texan, Xcunya y Sac-nicté.

El municipio cuenta con un total de 886.40 Km² lo cual representa el 2.0% de la superficie total del estado.

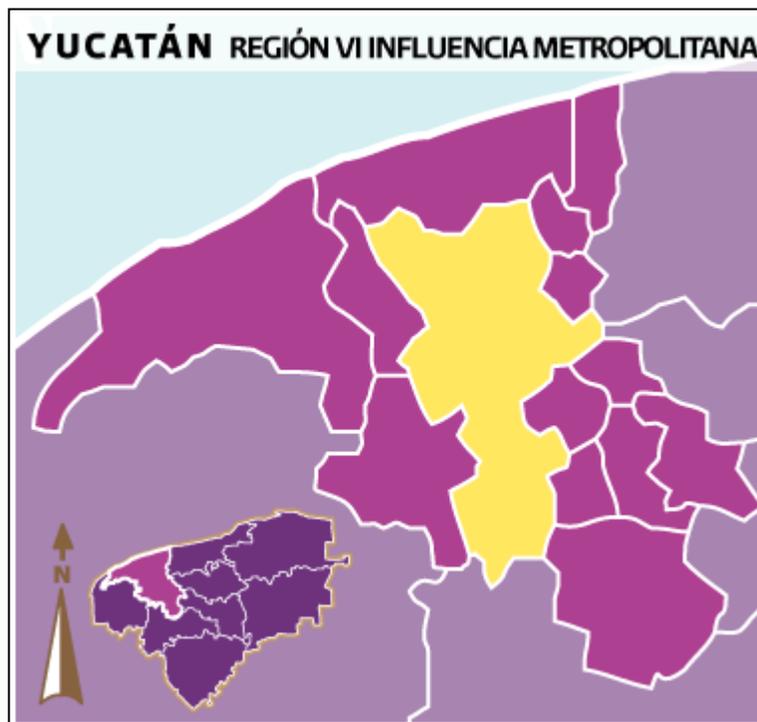


Figura Ilustrativa No. 1.3. Ubicación del municipio de Mérida.

¹ Enciclopedia de los Municipios de México. www.inafed.gob.mx

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V. En el sitio se derramaron **aproximadamente 25,000 L de Turbosina**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.3.

Tabla No. 1.3. Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de Impacto)	
Latitud Norte	Longitud Oeste
20° 54' 02.62"	89° 40' 22.91"
UTM²	
16Q 0221936 2313476	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía del Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. En los alrededores se observa vegetación típica de la región, como lo es selva baja caducifolia, con especies de flamboyán y chaya, así como la presencia de cableado eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Asimismo resulta importante mencionar que se ejecutaron Labores de Emergencia en el sitio, tal y como se describe en la Sección 1.5 del presente documento.

De acuerdo a la cartografía del sitio, así como las curvas de nivel, la topografía y fisiografía del mismo, Mérida está comprendida dentro del Península de Yucatán y Llanura rocosa de piso rocoso o cementado.

Cabe señalar que de acuerdo con la Carta de Edafología e Hidrológica del INEGI (Mérida) el suelo presente en la zona es de tipo limoso, con una infiltración alta y material consolidado, sin embargo lo observado por personal de campo durante la ejecución de las Labores de Emergencia, el suelo presenta una textura arcillosa con un aspecto de color rojo (Sistema de color Munsell 2.5YR 6/3), con abundante roca caliza, con materia orgánica, infiltración media y material consolidado.

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, motivo por el que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Aproximadamente a 23 Km del punto de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de Mérida.

² Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.4.³

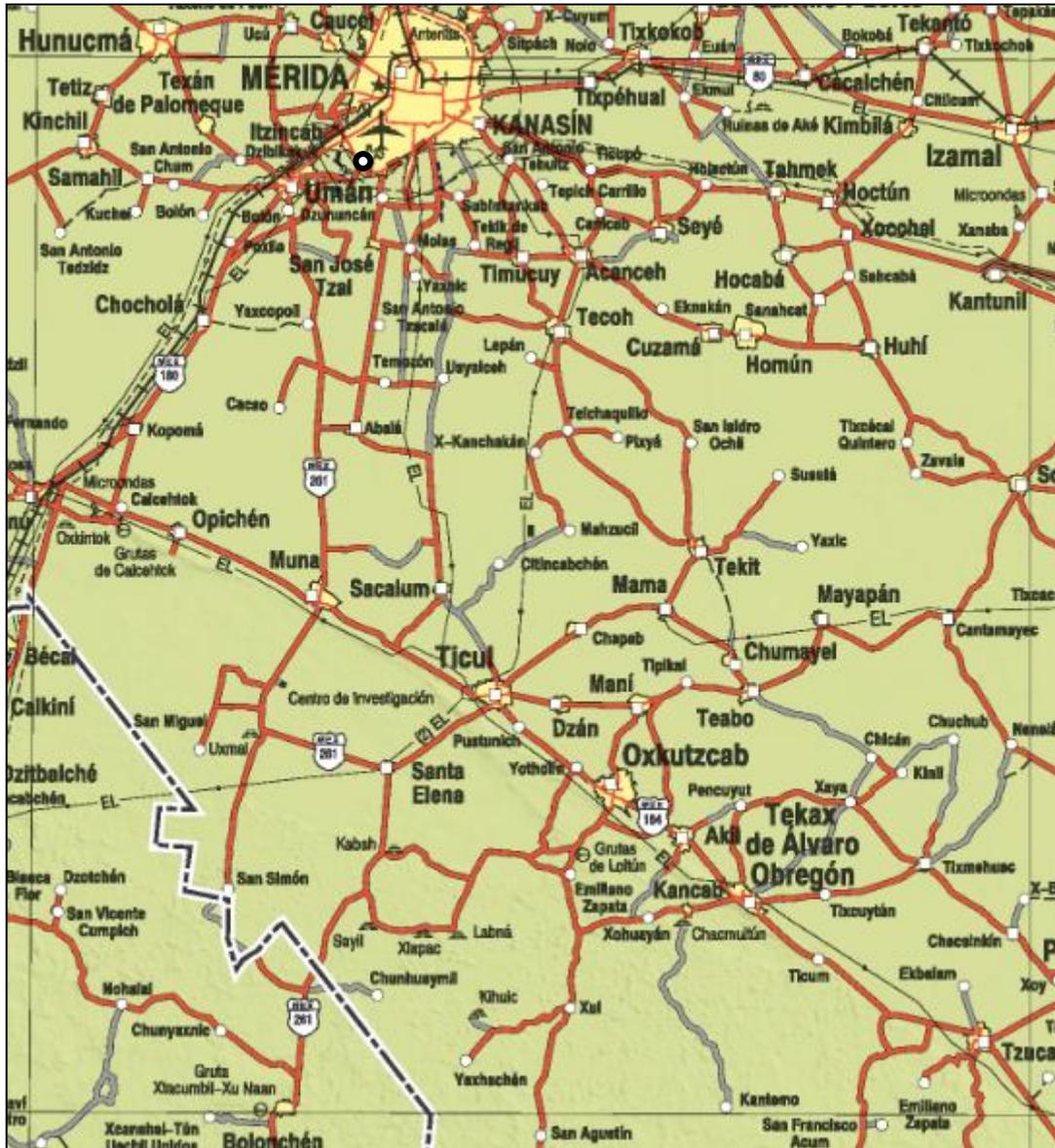


Figura Ilustrativa No. 1.4. Ubicación local del sitio del derrame (Topografía)

● 16Q 0221936 2313476

³ Carta Topográfica 1: 1 000 000 Mérida. INEGI. México.

1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA

La Turbosina es un derivado del petróleo que está formado principalmente por compuestos parafínicos, naftalénicos y aromáticos. El número de carbonos es bastante fijo y se encuentra entre el C₁₀ y C₂₂. Tiene una densidad de 0.865 Kg/L a 15.5 ° C & 760 mm Hg.

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs) constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas. Una gran variedad de estos compuestos orgánicos no volátiles pueden ser encontrados en el petróleo contaminante de suelo en donde los niveles de estos varían, pero generalmente altas concentraciones pueden ser encontradas en los derrames de hidrocarburos. Los HAPs consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas.

1.9. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

Según la Carta de Uso de suelo y vegetación 1: 1000 000 Mérida del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), en el sitio existe la presencia de selva baja caducifolia, en la cual existen comunidades vegetales dominadas por árboles pequeños que pierden sus hojas durante la época seca del año, además en el sitio se observan de especies de flamboyán y chaya.

Cabe señalar que el suelo afectado por el derrame de Turbosina donde se suscitó la volcadura pertenece al derecho de vía del Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, el cual tiene un **uso de suelo Agrícola**.



Figura Ilustrativa No. 1.5. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 16Q 0221936 2313476

1.10. EDAFOLOGÍA⁴

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

E + I / 2

Suelo predominante: E – Rendzina

Suelo secundario: I – Litosol

Textura del suelo⁵: 2 – Media (Limosa)

Fase física⁶: Lítica

Fase química⁷: No presenta fase química

El término **Rendzina** deriva del polaco "*rzedzic*" que significa ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal.

El término **Litosol** deriva del griego "*lithos*" que significa piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido⁸.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa⁹), cuyo contenido de arcilla se encuentra entre 0 y 12%, limo entre 80 y 100% y arena entre 0 y 20%. Presenta fase física Lítica¹⁰. No presenta fase química¹¹.

Sin embargo, lo observado por personal de campo durante la ejecución de las Labores de Emergencia, el suelo en estudio presenta una textura arcillosa¹².

⁴ Carta Edafología 1:1 000 000 Mérida. INEGI. México.

⁵ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

⁶ Característica del suelo definida de acuerdo a la presencia y abundancia de grava piedra o capas fuertemente cementadas, que impiden o limitan el uso de agrícola del suelo.

⁷ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

⁸ Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

⁹ Tamaño de partícula: entre 0.2 mm y 0.002 mm

¹⁰ Roca continua dentro de los 50 cm de profundidad.

¹¹ Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

¹² Tamaño de partícula: menor 0.002 mm.

1.11. CLIMA

En el municipio de Mérida predomina un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (mayo - julio); algunas veces éstas se interrumpen y dan origen a la sequía de medio verano. Los valores de las temperaturas máximas, media y mínima obtenidos en la cabecera municipal son 40.2 °C, 26.2 °C y 14 °C respectivamente. La precipitación pluvial varía de 470 a 930 mm anuales.

1.12. HIDROLOGÍA

En el territorio municipal de Mérida no existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, en el subsuelo se localizan corrientes subterráneas comúnmente conocidos como Cenotes.

Tal como se mencionó anteriormente, no se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, por lo que **se descarta dar aviso** a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 Mérida del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de material consolidado con posibilidades de infiltración alta, sin embargo de acuerdo a las observaciones realizadas en campo durante las Labores de Emergencia este presenta un tipo de **material consolidado** con abundante roca caliza y una **infiltración media**.

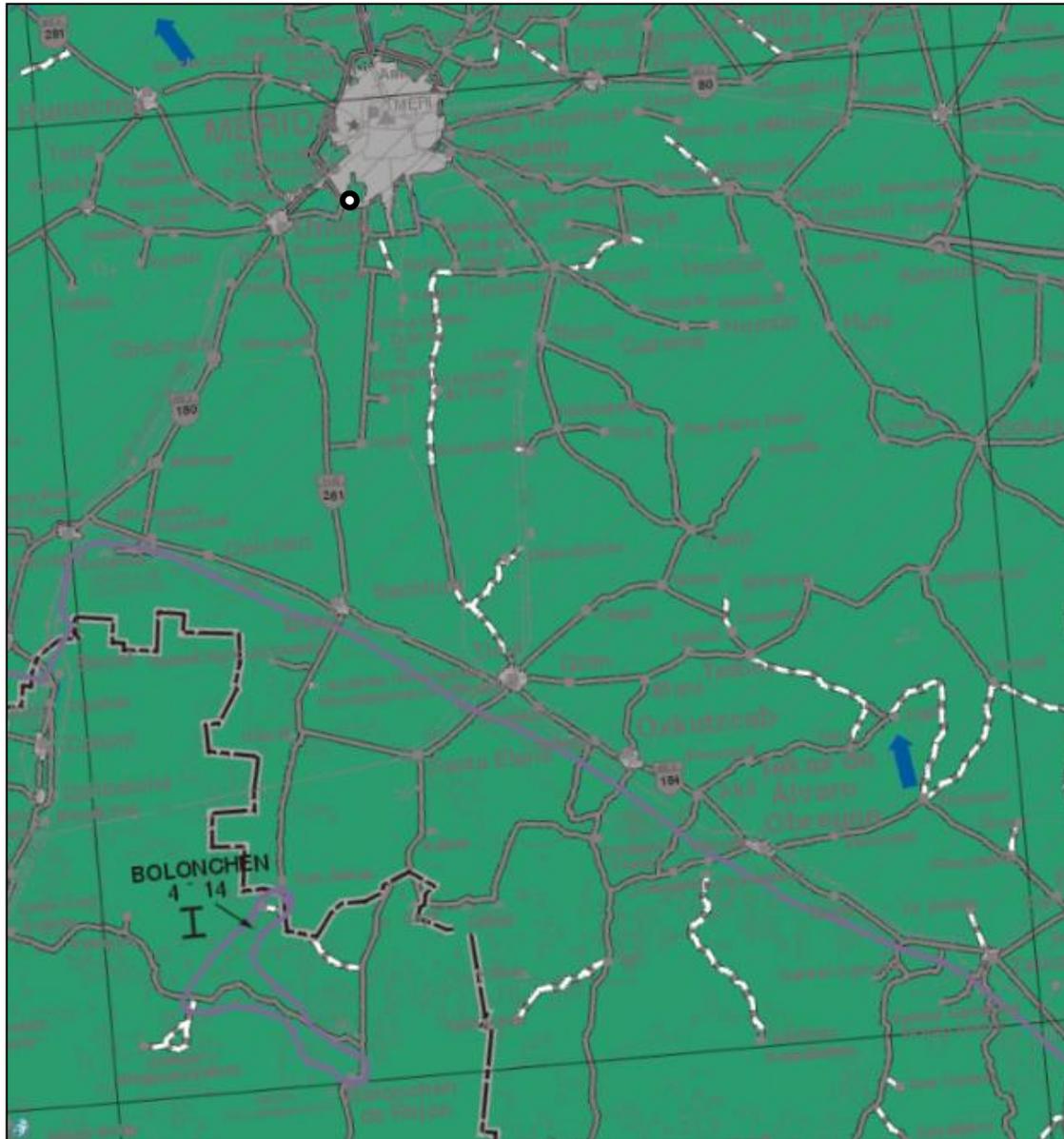


Figura Ilustrativa No. 1.7. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

● 16Q 0221936 2313476

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio afectado, la superficie de la mancha originada por el derrame y los niveles de la superficie de dicho lugar, se conoce como Levantamiento Topográfico (LT). La utilidad de la información proporcionada por el LT en la caracterización del sitio afectado es fundamental, del cual se puede resaltar lo siguiente:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 20° 54' 02.62" Latitud Norte y 89° 40' 22.91" Longitud Oeste (16Q 0221936 2313476), en el **Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie de suelo natural afectada con un **área total de 400 m²** (0.400 ha); correspondiente a la Fosa de Excavación en la cual se realizaron Labores de Emergencia, misma que se estableció con base en los sondeos realizados en el sitio (*Ver Sección 1.4 del presente documento*) y a los resultados obtenidos del Muestreo Inicial llevado a cabo en el sitio en estudio (*Ver Sección 1.15 del presente documento*).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel¹³), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Sureste, Sur y Suroeste.

El LT para este proyecto fue realizado por el Arq. [REDACTED], quien tiene experiencia en Topografía. La información obtenida en el LT en campo, es procesada en gabinete mediante el software denominado Auto CAD, para así obtener el plano correspondiente.

El plano del Levantamiento Topográfico, que incluye la tira marginal, la vista en planta, el plano isométrico de concentraciones y migración del hidrocarburo y las tablas de datos, mismos que forman el *Anexo VI – Plano*.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

**NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116
PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y
113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

¹³ Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura o cota.

1.13.1. Localización del área dañada

Vista en planta la cual es una representación gráfica bidimensional de un proyecto, ubicación y dimensiones, o partes del mismo sobre un plano horizontal visto desde arriba. También llamada planta y proyección horizontal. Proyecta la siguiente información:

- Nombre y Escala de la figura representada en la ventana.
- Avenidas, Carreteras y/o Autopistas que cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Cerca perimetral, cunetas de concreto.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).
- Puntos de muestreo.

1.13.2. Cuadro de muestreo

Contiene los puntos de muestreo en el sitio con las denominaciones, referencias y valores que se den en los resultados de los análisis químicos del contaminante.

1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante

Proyecta una simulación del comportamiento vertical y horizontal de la pluma del contaminante derramada en base a los resultados obtenidos del análisis realizado por un laboratorio de pruebas analíticas a las muestras recolectadas en el sitio afectado.

1.13.4. Cuadro de construcción

Tabla que contiene los datos geográficos para la construcción y ubicación de un polígono en un espacio determinado.

1.13.5. Tira marginal

Contiene la siguiente información técnica:

- nombre de proyecto,
- autor,
- escala del plano,
- tipo de plano,
- disciplina,
- ubicación,
- empresa responsable de la contaminación,
- sustancia derramada,
- orientación geográfica,
- georreferenciado con coordenadas UTM
- firma

1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL

1.14.1. Objetivo

El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.14.2. Actividades y tiempos de ejecución

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	20 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	30 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	80 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	40 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	30 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	15 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total aproximado que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

**Este tiempo es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

1.14.3. Personal involucrado y sus responsabilidades

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Turbosina, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) y su aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para muestreo de suelo.

1.14.4. Sitio de muestreo

Características.

El sitio del derrame se encuentra ubicado en el derecho de vía de la Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. En los alrededores del sitio se observa vegetación típica de la región como lo son especies de flamboyán y chaya. El suelo presente en la zona tiene una textura de tipo arcillosa con presencia de abundante roca caliza, con una infiltración media, material consolidado y materia orgánica, además existe la presencia de cableado eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Es importante mencionar que se realizaron Labores de Emergencia en el sitio los cuales consistieron en la extracción del material edáfico afectado para su depósito en celda provisional.

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, motivo por el que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El sitio de impacto se encuentra aproximadamente a 23 Km la cabecera municipal de Mérida.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada (Fosa de Excavación) sometida a Labores de Emergencia de aproximadamente 400 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 400 m² (Fosa de Excavación), así como el suelo afectado depositado en celda provisional.

1.14.5. Parámetros a analizar

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Turbosina, y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, fueron los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

1.14.6. Muestreo

Método de Muestreo.

El método de muestreo fue dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el área total afectada la cual es de aproximadamente 400 m² (Fosa de Excavación), además de la celda provisional construida durante las Labores de Emergencia. Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo fue aleatorio simple. Las muestras a tomar fueron simples.

Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, el sitio de la toma de muestra, los parámetros a analizar y el volumen, así como las muestras para el aseguramiento de la calidad.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Sitio de la toma de muestra	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-TS-ME-01-FE-P(Sup)	Superficial	Área Afectada (Fosa de Excavación)	HFM, HAP, H	235
DUPLICADO	MI-TS-ME-01D-FE-P(Sup)	Superficial			
2	MI-TS-ME-02-FE-P(0.20m)	0.20			
3	MI-TS-ME-03-FE-F(0.10m)	0.10			
4	MI-TS-ME-04-FE-P(0.15m)	0.15			
5	MI-TS-ME-05-FE-P(0.10m)	0.10			
6	MI-TS-ME-06-FE-F(Sup)	Superficial			
7	MI-TS-ME-07-FE-P(Sup)	Superficial			
8	MI-TS-ME-08-FE-P(0.10m)	0.10			
9	MI-TS-ME-09-FE-F(0.15m)	0.15			
10	MI-TS-ME-10-FE-P(0.15m)	0.15			
11	MI-TS-ME-11-FE-P(Sup)	Superficial	Periferia del área afectada		
12	MI-TS-ME-12(0.70m)	0.70			
13	MI-TS-ME-13(0.60m)	0.60			
14	MI-TS-ME-14(Sup)	Superficial			
15	MI-TS-ME-15(Sup)	Superficial			
16	MI-TS-ME-16(0.10m)	0.10	Celda provisional		
17	MI-TS-ME-17(0.15m)	0.15			
18	MI-TS-ME-18-CEL(0.60m)	0.60			
19	MI-TS-ME-19-CEL(1.20m)	1.20			
TESTIGO	MI-TS-ME-T(Sup)	Superficial	Fuera del área afectada	H, PH	

Superficial 0 – 0.05 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, a lo observado en campo y a las Labores de Emergencia realizadas en el sitio, se determinaron 11 (once) puntos de muestreo distribuidos en el área afectada (Fosa de Excavación), así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras, además se determinaron 06 (seis) puntos de muestreo para la delimitación del área afectada. Adicional se tomaron 02 (dos) muestras en la celda provisional, así mismo se tomó 01 (un) testigo fuera del área afectada.

La distribución y la profundidad de las muestras recolectadas de forma manual estuvo basada en función a las observaciones realizadas en campo durante las Labores de Emergencia, lo cual indica presencia de textura arcillosa con abundante roca caliza, material consolidado con infiltración media y materia orgánica.

Plano georeferenciado.

Ver Anexo VI del presente documento.

Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizó para efectuar el muestreo por parte del laboratorio fue:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Espátula(s)
- Frascos de vidrio
- Hielera plástica
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependió del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

1.14.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes utilizados para las muestras de suelo fueron frascos de vidrio, dichos frascos eran nuevos, y se preservaron en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio corrió a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportaron en hieleras plásticas. Cada muestra fue sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y fue entregada para su análisis, todos los sellos contaron con el número o clave única de la muestra.

Todas las etiquetas llevaron la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales debieron coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

1.14.8. Medidas y equipo de seguridad

El personal de laboratorio utilizó el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requirieron en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participó en la toma y manejo de las muestras.

1.14.9. Aseguramiento de calidad del muestreo

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo utilizado en este muestreo fue lavado entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras fueran recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicara los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas fueron de suma importancia. De forma general, los criterios que se tomaron en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizó son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas fueron apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo

Lugar y fecha de elaboración: Monterrey, N.L. a 11 de septiembre de 2017

Nombre y firma del responsable de la elaboración



**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116
PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I
DE LA LFTAIP**

1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

Para la programación y ejecución del Muestreo Inicial se dio aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) (*Anexo VII – Invitación a Muestreo Inicial*), llevándose a cabo el día 27 de septiembre de 2017. En el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

- C. [REDACTED] en representación de la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- C. [REDACTED], por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras y su respectivo análisis.

Lo ahí observado quedó plasmado en bitácora de campo (*Anexo VIII – Bitácora de Campo – Muestreo Inicial*) así como en memoria fotográfica (*Anexo IX – Fotográfico – Muestreo Inicial*). El total de muestras fueron 21 (veintiuno) de las cuales, 11 (once) se tomaron en las paredes y fondo de la Fosa de Excavación, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras, 06 (seis) muestras para la delimitación de la misma, 02 (dos) muestras se tomaron en el material edáfico afectado depositado en celda provisional; además de 01 (un) testigo fuera del área afectada, esta información quedó registrada en las cadenas de custodia correspondientes (*Anexo X – Cadenas de Custodia*), elaboradas por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

La empresa ISALI, S.A. de C.V. contaba con póliza de seguro No. 1308030 con vigencia desde el [REDACTED] vigente al momento de la ejecución del muestreo inicial, el cual se llevó a cabo en fecha 27 de septiembre de 2017 (*Anexo XI – Póliza No. 1308030*).

VIGENCIA DE LA PÓLIZA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros que se analizaron en función del producto derramado (Turbosina) fueron, Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), lo anterior en base a la composición del petroquímico. Y dado que estos resultados se deben reportar en base seca, se determinó el porcentaje de humedad, además se analizó el pH para la muestra testigo.

EHS Labs de México, S.A. de C.V. (EHS Labs) fue el encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio y el análisis químico a dichas muestras, contando con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.¹⁴ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XII – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.4.

Tabla No. 1.4. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.

Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAP	NMX-AA-146-SCFI-2008
% Humedad	Anexo AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

Tal como lo indica el reporte emitido por el Laboratorio (*Anexo XIII – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

¹⁴ www.ema.org.mx

La ubicación geográfica, características y profundidad de las muestras se describen a continuación en la Tabla No. 1.5.

Tabla No. 1.5. Profundidad, características y ubicación geográfica de las muestras tomadas			
Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM
MI-TS-ME-01-FE-P(Sup)	Superficial	Seca ¹⁵ , color rojo ¹⁶ suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221937 2313472
MI-TS-ME-01D-FE-P(Sup)	Superficial	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221937 2313472
MI-TS-ME-02-FE-P(0.20m)	0.20	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221930 2313471
MI-TS-ME-03-FE-F(0.10m)	0.10	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221929 2313467
MI-TS-ME-04-FE-P(0.15m)	0.15	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221933 2313461
MI-TS-ME-05-FE-P(0.10m)	0.10	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, con olor a hidrocarburo	16Q 0221933 2313457
MI-TS-ME-06-FE-F(Sup)	Superficial	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221923 2313456
MI-TS-ME-07-FE-P(Sup)	Superficial	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221921 2313456
MI-TS-ME-08-FE-P(0.10m)	0.10	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221924 2313440
MI-TS-ME-09-FE-F(0.15m)	0.15	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221926 2313444
MI-TS-ME-10-FE-P(0.15m)	0.15	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221932 2313441
MI-TS-ME-11-FE-P(Sup)	Superficial	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221927 2313434
MI-TS-ME-12(0.70m)	0.70	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221932 2313438
MI-TS-ME-13(0.60m)	0.60	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221930 2313451
MI-TS-ME-14(Sup)	Superficial	Seca, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221940 2313464
MI-TS-ME-15(Sup)	Superficial	Seca, color rojo, suelo arcilloso con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221938 2313475
MI-TS-ME-16(0.10m)	0.10	Seca, color rojo, suelo arcilloso con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221919 2313464
MI-TS-ME-17(0.15m)	0.15	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, sin materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221919 2313440
MI-TS-ME-18-CEL(0.60m)	0.60	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, con olor a hidrocarburo	16Q 0221941 2313435
MI-TS-ME-19-CEL(1.20m)	1.20	Ligeramente húmeda, color rojo, suelo arcilloso con abundante roca caliza, con materia orgánica, con olor a hidrocarburo	16Q 0221943 2313428
MI-TS-ME-T(Sup)	Superficial	Seca, color rojo, suelo arcilloso con materia orgánica, sin olor a hidrocarburo	16Q 0221968 2313430

*Superficial 0 – 0.05 m

¹⁵ Guidelines For Estimating Soil Moisture Conditions – Natural Resources Conservation Service, USDA

¹⁶ Sistema de color Munsell 2.5YR 6/3

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 1.6.

Tabla No. 1.6. Resultados de muestreo inicial									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ¹⁷	B ¹⁸	C ¹⁹	D ²⁰	E ²¹	F ²²
MI-TS-ME-01-FE-P(Sup)	<140.56	17.55	A.N.R. ²³	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-01D-FE-P(Sup)	<140.56	26.84	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-02-FE-P(0.20m)	<140.56	10.12	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-03-FE-F(0.10m)	<140.56	19.74	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-04-FE-P(0.15m)	<140.56	20.99	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-05-FE-P(0.10m)	281.33	16.69	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-06-FE-F(Sup)	<140.56	10.33	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-07-FE-P(Sup)	<140.56	22.31	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-08-FE-P(0.10m)	<140.56	31.37	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-09-FE-F(0.15m)	<140.56	11.59	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-10-FE-P(0.15m)	<140.56	28.68	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-11-FE-P(Sup)	<140.56	26.92	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-12(0.70m)	<140.56	22.54	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-13(0.60m)	<140.56	14.70	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-14(Sup)	<140.56	7.18	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-15(Sup)	<140.56	8.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-16(0.10m)	<140.56	14.03	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-17(0.15m)	<140.56	31.45	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-18-CEL(0.60m)	3310.47	27.88	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-19-CEL(1.20m)	3291.59	28.89	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-T(Sup)	A.N.R.	18.14	7.89	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), correspondientes a la sustancia derramada (Turbosina), se señalan en la Tabla No. 1.7.

Tabla No. 1.7. Límites Máximos Permisibles			
Fracción de Hidrocarburos	Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
	Agrícola ²⁴	Residencial ²⁵	Industrial ²⁶
Media	1200	1200	5000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), se indican en la Tabla 1.8.

¹⁷ Benzo [a] antraceno

¹⁸ Benzo [b] fluoranteno

¹⁹ Benzo [k] fluoranteno

²⁰ Benzo [a] pireno

²¹ Indeno (1,2,3-cd) pireno

²² Dibenz [a,h] antraceno

²³ Análisis No Realizado

²⁴ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁵ Incluye suelo recreativo

²⁶ Incluye comercial

Tabla No. 1.8. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo

Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAP	Agrícola ²⁷	Residencial ²⁸	Industrial ²⁹
Benzo [a] pireno	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	2	2	10
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 1.6., 1.7. y 1.8. como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.9. Tabla comparativa

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ³⁰	B ³¹	C ³²	D ³³	E ³⁴	F ³⁵
MI-TS-ME-01-FE-P(Sup)	<140.56	17.55	A.N.R. ³⁶	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-01D-FE-P(Sup)	<140.56	26.84	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-02-FE-P(0.20m)	<140.56	10.12	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-03-FE-F(0.10m)	<140.56	19.74	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-04-FE-P(0.15m)	<140.56	20.99	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-05-FE-P(0.10m)	281.33	16.69	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-06-FE-F(Sup)	<140.56	10.33	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-07-FE-P(Sup)	<140.56	22.31	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-08-FE-P(0.10m)	<140.56	31.37	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-09-FE-F(0.15m)	<140.56	11.59	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-10-FE-P(0.15m)	<140.56	28.68	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-11-FE-P(Sup)	<140.56	26.92	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-12(0.70m)	<140.56	22.54	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-13(0.60m)	<140.56	14.70	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-14(Sup)	<140.56	7.18	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-15(Sup)	<140.56	8.64	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-16(0.10m)	<140.56	14.03	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-17(0.15m)	<140.56	31.45	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-18-CEL(0.60m)	3310.47	27.88	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-19-CEL(1.20m)	3291.59	28.89	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-TS-ME-T(Sup)	A.N.R.	18.14	7.89	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

²⁷ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁸ Incluye recreativo

²⁹ Incluye comercial

³⁰ Benzo [a] antraceno

³¹ Benzo [b] fluoranteno

³² Benzo [k] fluoranteno

³³ Benzo [a] pireno

³⁴ Indeno (1,2,3-cd) pireno

³⁵ Dibenzo [a,h] antraceno

³⁶ Análisis No Realizado

Como se puede observar en la tabla anterior, solo las muestras de suelo en estudio tomadas en la celda provisional presentan concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media) que **superan** los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **medianamente alcalino**³⁷, por el valor del pH.

³⁷ Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Con la información arrojada del levantamiento topográfico la cual indica un área afectada de **400 m²** (Fosa de Excavación) perteneciente a suelo natural por donde el hidrocarburo se desplazó y se infiltró, las características del suelo dañado siendo un suelo con textura arcillosa, infiltración media y material consolidado, con presencia de roca caliza y materia orgánica, las condiciones del sitio, las Labores de Emergencia y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en el mismo, los cuales señalan que existen concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media), las cuales superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, **solo para las muestras tomadas en la celda provisional** (mismas que presentan una humedad promedio de 28.38%) mas no así para las muestras tomadas en la Fosa de Excavación donde se tomaron muestras en paredes y fondo a profundidades máximas de 0.20 m, mismas que no superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para HFM (Hidrocarburos Fracción Media) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares) (y que presentan una humedad promedio de 26.36%), demostrando la efectividad de las Labores de Emergencia realizadas en el sitio, delimitando con esto volumen y área dañados, tal y como se puede observar en los Resultados de Laboratorio (*Ver Anexo XIII del presente documento*).

En resumen de lo anteriormente expuesto se proyecta lo siguiente:

Tabla No. 1.10. Proyección de la pluma del contaminante			
Identificación del área	Área (m ²)	Profundidad de excavación (m)	Volumen (m ³)
Fosa de Excavación	400	0.80 ³⁸	320
Volumen Total a Remediar			320 m³

Resulta importante señalar que aunado a lo anteriormente mencionado, la cantidad derramada y las características del producto derramado (Turbosina), las temperaturas presentes en el sitio y analizando su comportamiento en el mismo, se determinó realizar una serie de actividades con el objetivo de evitar una mayor infiltración en el suelo natural perteneciente al sitio en estudio (*Ver Sección 1.5. del presente documento*), por lo que se puede concluir que el desplazamiento vertical ya no es evidente a una profundidad de aproximadamente **0.80 m**, tal como se puede apreciar en los resultados emitidos por el laboratorio, arrojando valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares) establecidos en las Tablas No. 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, corroborando que el material edáfico dañado fue extraído en su totalidad en el área afectada correspondiente a un área de 400 m² (Fosa de Excavación), resultando en un volumen total de aproximadamente **320 m³** de suelo dañado con Turbosina, resultado de las actividades realizadas

³⁸ Profundidad aproximada a la cual se extrajo durante las Labores Emergencia.

durante las Labores de Emergencia. Todo esto aunado a la topografía del sitio con sus respectivas curvas de nivel presentes en el mismo (*Ver Anexo VI del presente documento*) las cuales indican que el hidrocarburo se desplazó en dirección al Sureste, Sur y Suroeste del punto de impacto (16Q 0221936 2313476).

Dada esta situación, y en base a lo señalado en el punto 8.2 de la norma en mención, que a la letra dice: *“Todo aquel suelo que durante la caracterización haya presentado concentraciones de hidrocarburos por arriba de los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, debe ser remediado”*, se concluye que el suelo dañado **si debe ser sometido a un proceso de remediación.**

2. DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

- **Anexo I:** Documento de Embarque
- **Anexo II:** Aviso de derrame
- **Anexo III:** Fotográfico – Visita Inicial
- **Anexo IV:** Hojas de Datos
- **Anexo V:** Fotográfico – Labores de Emergencia
- **Anexo VI:** Plano
- **Anexo VII:** Acuse de invitación a Muestreo Inicial
- **Anexo VIII:** Bitácora de Campo - Muestreo Inicial
- **Anexo IX:** Fotográfico – Muestreo Inicial
- **Anexo X:** Cadenas de Custodia
- **Anexo XI:** Póliza No. 1308030
- **Anexo XII:** Acreditación y Aprobación EHS Labs
- **Anexo XIII:** Resultados de Laboratorio, Hojas de campo, y Cromatogramas

3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN

ISALI, S.A. de C.V. fue designada como responsable técnico de la remediación (RTR) mediante escrito (*Anexo XIV – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes:

- a) Razón social: ISALI, S.A. de C.V.
- b) Domicilio: León Guzmán 1308-B, Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, Nuevo León.
C.P. 64700
- c) Registro Federal de Causantes (R.F.C.): ISA 080822 QS1
- d) Número de Registro Ambiental (NRA): ISABB1903911
- e) No. de autorización para el tratamiento de suelos contaminados: 19-V-57-09 (*Anexo XV - Autorización ISALI, S.A. de C.V.*)
- f) Fecha de expedición: 29 de junio del 2009
- g) Número de oficio: DGGIMAR.710/005172
- h) Vigencia: Diez años a partir de la fecha de expedición

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

- **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**
- **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**

En ocasiones y en función de varios factores, se puede seleccionar el manejo con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

3.2. MARCO TEÓRICO

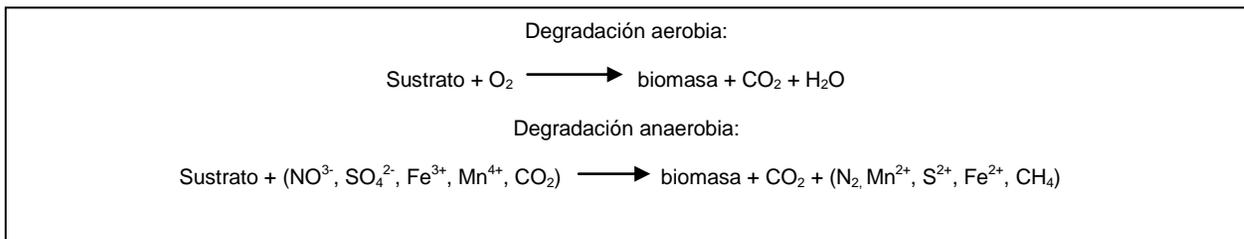
3.2.1. Remediación de suelos

El mecanismo mediante el cual se restablecen las condiciones originales del suelo se conoce con el nombre de remediación. La remediación se refiere a cualquier operación unitaria o serie de ellas, que tiene como objetivo modificar las condiciones del suelo contaminado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas³⁹. La legislación federal la define como el “...conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos⁴⁰...”.

Para la remediación de los sitios contaminados se utilizan diferentes técnicas que incluyen métodos físicos (lavado de suelos, separación física, desorción térmica, incineración, inmovilización, venteo, entre otras), químicos (oxidación con diversas sustancias químicas) y/o biológicos (bioventeo, bioaumentación, composteo, biolabranza, fitorremediación, entre otras)

Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos, la tecnología usada en la actualidad es la biorremediación. Las medidas biocorrectoras o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. Estas técnicas biológicas pueden ser de tipo aerobio (presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio (presencia de un medio reductor)⁴¹. En la figura No. 6.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

Figura 3.1. Esquema de reacciones en la biorremediación



³⁹ Volke, T.; Velasco, J.A.; de la Rosa, D.A. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Capítulo cuarto. 1ª Edición. México. Pp. 57-115.

⁴⁰ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

⁴¹ Maroto, M.E.; Rogel, J.M. (2004). Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. Geocisa. Div. Protección Ambiental. Pp. 297-305

Una clasificación general las técnicas de biorremediación, en cuanto al sitio donde estas se realizan, es la siguiente⁴².

- *In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación. La técnica de biorremediación por Landfarming autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es de este tipo.
- *Ex situ*. La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (*on site*) o fuera de él (*off site*). La técnica de biorremediación por Landfarming a un lado del sitio autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es del tipo *ex situ on site*.

⁴² Tecnologías de remediación... *Op. cit.*

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN

3.3.1. Criterios de selección

En base a la metodología interna de ISALI, S.A. de C.V. para seleccionar una u otra técnica de remediación, se tiene que **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en el suelo dañado depositado en celda provisional durante las Labores de Emergencia, mismas que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
- El sitio de tratamiento es potencialmente viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc).
- El clima del sitio, el cual presenta temperaturas que oscilan entre los 24 – 28 °C.
- La humedad relativa de las muestras tomadas en el material depositado en la celda provisional, las cuales se encuentran aproximadamente en 28.38 %.
- El suelo natural dañado se encuentra en derecho de vía, Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza.

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, las Labores de Emergencia, entre otros, son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente en la celda provisional construida durante dichas Labores resultando un volumen de 320 m³ de suelo dañado con Turbosina:

Se acondicionará la celda provisional construida durante las Labores de Emergencia (*Ver Sección 1.5. del presente documento*). Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema homogeneización y remoción del material en tratamiento.

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural dañado con Turbosina será la hidratación, labranza mecánica del suelo dañado, aplicación de nutrientes, microorganismos, y aireación; cuidando los factores de humedad, temperatura y pH del suelo en tratamiento. Mediante ayuda de bombas mecánicas autocebantes se dosificará en fase acuosa los microorganismos previamente bioaumentados por reflujos, manualmente se aplicarán los insumos con ayuda de herramienta manual, utilizando un tanque pipa se hidratará la celda en tratamiento y por último, mecánicamente se inducirá la aeración al suelo en tratamiento.

Todas las actividades anteriormente mencionadas se realizarán en la celda de tratamiento directamente sobre el material edáfico dañado, esto en las fases proyectadas en el cronograma adjunto al presente Programa de Remediación.

Tabla No. 3.1. Insumos
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria) ⁴³
Fertilizante (NPK) ⁴⁴ con urea
Materia orgánica
Agua

⁴³ Solibac IP Soil®

⁴⁴ Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cobre, Hierro, Magnesio, Zinc, Boro y Ácidos Húmicos-Fúlvico.

3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada es Turbosina, por lo que en base a la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 se determinó realizar el análisis de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares).

Por otra parte, en el presente Programa de Remediación se señaló que el tipo de suelo presenta **Selva baja caducifolia**, lo cual en términos de la Norma citada es un tipo de suelo Agrícola. Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el tipo de sustancia derramada y el tipo de suelo se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza de HFM y HAP⁴⁵

Parámetro	HFM	Benzo [a] pireno	Dibenzo [a,h] antraceno	Benzo [a] antraceno	Benzo [b] fluoranteno	Benzo [k] fluoranteno	Indeno (1,2,3-cd pireno)
LMP ⁴⁶	1200	2	2	2	2	8	2

Estos valores serán los límites de limpieza a las cuales se llevará el suelo a remediar. Para que el sitio se considere como remediado, las concentraciones de las muestras que se tomen al final del proceso de remediación en presencia de la autoridad ambiental competente, deben ser igual o menor a estos valores.

3.6. USO FUTURO DEL SUELO

El volumen de suelo que será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado, será utilizado para relleno y nivelación del sitio de origen (Fosa de Excavación), una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles para Hidrocarburos Fracción Media (HFM), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, y de esta forma asegurar la funcionalidad de éste conservando su uso de suelo **Agrícola**.

⁴⁵ Concentración expresada en mg /Kg

⁴⁶ Límite Máximo Permisible, expresado en mg / Kg base seca

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los trabajos de remediación propuestos en este documento, se iniciarán posterior a la emisión de la Aprobación del Programa de Remediación emitida por esa H. Dirección, dando aviso correspondiente ingresando escrito ante la misma, para que dé fe del inicio de los trabajos de remediación presentando copia del ingreso del Programa de Remediación (PR) que nos ocupa.

Los trabajos de remediación estarán sujetos al calendario propuesto (*Anexo XVI – Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*).

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

1. Entre cada una de las fases habrá un periodo de tres semanas, esto tiene como objeto que el proceso de biorremediación se lleve a cabo y los microorganismos degraden el contaminante.
2. Los monitoreos intermedios se realizarán como se describe en el *Anexo XVII del presente Programa de Remediación*.
3. Una vez que los monitoreos intermedios arrojen concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a programar la toma de muestras finales comprobatorias en presencia de la autoridad ambiental competente, y de acuerdo a la disponibilidad de los laboratorios de prueba.
4. En caso de que los resultados que arroje el análisis de las muestras tomadas en el Muestreo Final Comprobatorio superen los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Norma, se volverá al proceso descrito en las fases hasta que se alcancen los resultados deseados.
5. Una vez que las concentraciones de hidrocarburos se lleven por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a solicitar la resolución del sitio a la autoridad ambiental competente.
6. Los trabajos finales (restablecer las condiciones originales del sitio) estarán en función de la fecha de emisión de la Aprobación de la Conclusión Programa de Remediación por parte de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

Los residuos generados en esta etapa serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente.

Fotográfico –Visita Inicial (1/1)



1.- Sitio del accidente en el Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán.



2.- Se observó cableado eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).



3.- Derecho de vía del Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, afectado por el derrame de Turbosina.



4.- En el sitio se observa abundante roca caliza.



5.- Con ayuda de pocera y barra metálica se realizaron sondeos para determinar la pluma del contaminante.



6.- Se realizaron sondeos a diferentes profundidades.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/2)



1.- Se colocaron conos de señalización preventiva en el área de trabajo.



2.- Con apoyo de la retroexcavadora se acondicionó el terreno para la construcción de la celda provisional.



3.- Se construyeron los bordos de la celda provisional.



4.- La celda provisional se cubrió con una película de polietileno de alta densidad.



5.- Antes de iniciar los trabajos de extracción, se analizaron muestras con ayuda del equipo PetroFlag, para delimitar el área afectada.



6.- Con ayuda de martillo hidráulico se perforó el suelo para su extracción, ya que presenta abundante roca caliza.

Fotográfico – Labores de Emergencia (2/2)



7.- Depósito del material edáfico afectado en la celda provisional.



8.- Con apoyo de la retroexcavadora se extrajo el material edáfico afectado.



9.- Acarreo del material edáfico afectado hacia la celda provisional.



10.- Depósito del material edáfico afectado en la celda provisional.



11.- Se logró la extracción exitosa del material edáfico afectado.



12.- Celda provisional.

RESULTADOS DEL MUESTREO INICIAL

MUESTRAS	IDENTIFICACION	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDAD (m)	% H	U de PH	HFM (mg/Kg)	HAPs (mg/Kg)					
							BENZO (A) ANTRACENO	BENZO (B) FLUORANTENO	BENZO (K) FLUORANTENO	BENZO (A) PIRENO	INDENO (1,2,3,-CD)PIRENO	DIBENZO (A,H) ANTRACENO
M1	MI-TS-ME-01-FE-P(Sup)	16Q 0221937 2313472	SUPERFICIAL	17.55	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
	MI-TS-ME-01D-FE-P(Sup)	16Q 0221937 2313472	SUPERFICIAL	26.84	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M2	MI-TS-ME-02-FE-P(0.20m)	16Q 0221930 2313471	0.20	10.12	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M3	MI-TS-ME-03-FE-F(0.10m)	16Q 0221929 2313467	0.10	19.74	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M4	MI-TS-ME-04-FE-P(0.15m)	16Q 0221933 2313461	0.15	20.99	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M5	MI-TS-ME-05-FE-P(0.10m)	16Q 0221933 2313457	0.10	16.69	A.N.R.	281.33	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M6	MI-TS-ME-06-FE-F(Sup)	16Q 0221923 2313456	SUPERFICIAL	10.33	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M7	MI-TS-ME-07-FE-P(Sup)	16Q 0221921 2313456	SUPERFICIAL	22.31	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M8	MI-TS-ME-08-FE-P(0.10m)	16Q 0221924 2313440	0.10	31.37	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M9	MI-TS-ME-09-FE-F(0.15m)	16Q 0221926 2313444	0.15	11.59	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M10	MI-TS-ME-10-FE-P(0.15m)	16Q 0221932 2313441	0.15	28.68	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M11	MI-TS-ME-11-FE-P(Sup)	16Q 0221927 2313434	SUPERFICIAL	26.92	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M12	MI-TS-ME-12(0.70m)	16Q 0221932 2313438	0.70	22.54	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M13	MI-TS-ME-13(0.60m)	16Q 0221930 2313451	0.60	14.70	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M14	MI-TS-ME-14(Sup)	16Q 0221940 2313464	SUPERFICIAL	7.18	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M15	MI-TS-ME-15(Sup)	16Q 0221938 2313475	SUPERFICIAL	8.64	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M16	MI-TS-ME-16(0.10m)	16Q 0221919 2313464	0.10	14.03	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
M17	MI-TS-ME-17(0.15m)	16Q 0221919 2313440	0.15	31.45	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
C1	MI-TS-ME-18-CEL(0.60m)	16Q 0221941 2313435	0.60	27.88	A.N.R.	3310.47	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
C2	MI-TS-ME-19-CEL(1.20m)	16Q 0221943 2313428	1.20	28.89	A.N.R.	3291.59	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
T	MI-TS-ME-T(Sup)	16Q 0221968 2313430	SUPERFICIAL	18.14	7.89	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

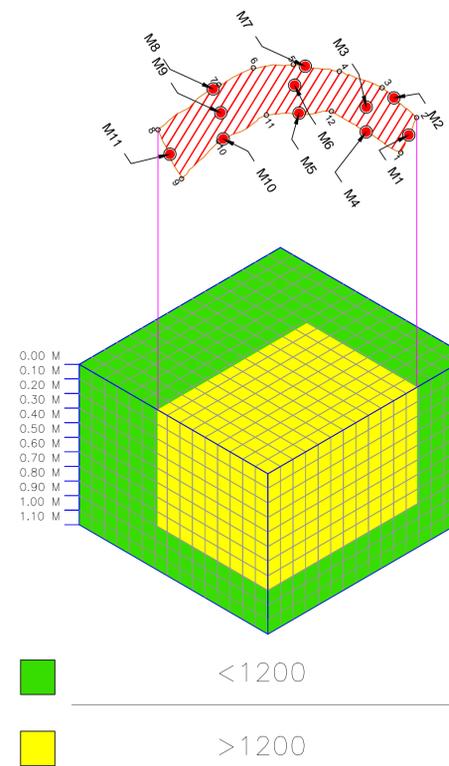
A.N.R. : ANALISIS NO REALIZADO

DATOS DEL POLIGONO

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM	
						X	Y
					1	16Q 221943	2313471
1	2		N 32°24'00.16" W	6.88	2	16Q 221939	2313477
2	3		S 74°07'16.27" W	8.15	3	16Q 221931	2313475
3	4		S 54°01'44.26" W	8.21	4	16Q 221925	2313470
4	5		S 41°45'12.13" W	8.34	5	16Q 221919	2313464
5	6		S 28°35'39.95" W	7.19	6	16Q 221916	2313457
6	7		S 07°20'53.01" W	6.90	7	16Q 221915	2313451
7	8		S 03°06'22.88" E	13.56	8	16Q 221916	2313437
8	9		S 82°36'53.26" E	9.73	9	16Q 221925	2313436
9	10		N 11°46'22.25" W	9.42	10	16Q 221923	2313445
10	11		N 04°28'22.42" E	9.76	11	16Q 221924	2313455
11	12		N 30°00'54.67" E	11.69	12	16Q 221930	2313465
12	1		N 63°58'22.18" E	14.46	1	16Q 221943	2313471

AREA DE LA FOSA DE EXCAVACION = 400.00 M2

FOSA DE EXCAVACIÓN PLANO ISOMÉTRICO HFM (mg/Kg)



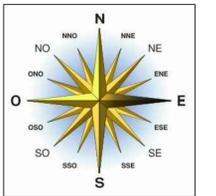
NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN DE LA LFTAIP

NOMBRE DEL PLANO: **D0003117**

NOTAS

- 1.- DIMENSIONES EN METROS.
- 2.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
- 3.- ESCALA INDICADA

LOCALIZACION



FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE

AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO		JB

FECHA

15 DE ABRIL DEL 2018

DIRECCION:

KM. 03 ANILLO PERIFÉRICO LIC. MANUEL BERZUNZA, MUNICIPIO DE MÉRIDA, ESTADO DE YUCATÁN.

DISENO POR

AGUSTIN DE ITURBIDE 332, COL. HEROES DE MEXICO, SAN NICOLAS DE LOS GARZA, Nuevo León cel: 8116347388

TRANSPORTISTA:

TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA

TURBOSINA

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 2 DE 2

PROGRAMA DE REMEDIACION

Inicial Intermedio Final

Siniestro: D0003117

Fecha: 27-sep-17

Ubicación: Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza
municipio de Mérida, estado de Yucatán

Empresa: Transportadores del Sureste S.A. de C.V.

Material derramado: *Diesel* *Gasolina* *Turbosina* *Combustóleo* Otro: _____

Laboratorio asignado: EHS Labs de México, S.A. de C.V.

HTP's Fracción: *Ligera* *Medía* *Pesada* *No aplica*

PUNTOS DE MUESTREO

No.	Identificación	Profundidad (m)	Ubicación geográfica	Parámetros a analizar
1	MI-TS-ME-01-FE-P(Sup)	Superficial	16Q 0221937 2313472	HFM, HAP, H
D	MI-TS-ME-01D-FE-P(Sup)	Superficial	16Q 0221937 2313472	
2	MI-TS-ME-02-FE-P(0.20m)	0.20	16Q 0221930 2313471	
3	MI-TS-ME-03-FE-F(0.10m)	0.10	16Q 0221929 2313467	
4	MI-TS-ME-04-FE-P(0.15m)	0.15	16Q 0221933 2313461	
5	MI-TS-ME-05-FE-P(0.10m)	0.10	16Q 0221933 2313457	
6	MI-TS-ME-06-FE-F(Sup)	Superficial	16Q 0221923 2313456	
7	MI-TS-ME-07-FE-P(Sup)	Superficial	16Q 0221921 2313456	
8	MI-TS-ME-08-FE-P(0.10m)	0.10	16Q 0221924 2313440	
9	MI-TS-ME-09-FE-F(0.15m)	0.15	16Q 0221926 2313444	
10	MI-TS-ME-10-FE-P(0.15m)	0.15	16Q 0221932 2313441	
11	MI-TS-ME-11-FE-P(Sup)	Superficial	16Q 0221927 2313434	
12	MI-TS-ME-12(0.70m)	0.70	16Q 0221932 2313438	
13	MI-TS-ME-13(0.60m)	0.60	16Q 0221930 2313451	
14	MI-TS-ME-14(Sup)	Superficial	16Q 0221940 2313464	
15	MI-TS-ME-15(Sup)	Superficial	16Q 0221938 2313475	
16	MI-TS-ME-16(0.10m)	0.10	16Q 0221919 2313464	
17	MI-TS-ME-17(0.15m)	0.15	16Q 0221919 2313440	
18	MI-TS-ME-18-CEL(0.60m)	0.60	16Q 0221941 2313435	
19	MI-TS-ME-19-CEL(1.20m)	1.20	16Q 0221943 2313428	
T	MI-TS-ME-T(Sup)	Superficial	16Q 0221968 2313430	PH, H

Se tomaron 11 (once) muestras simples en paredes y fondo de la Fosa de Excavación, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras, así mismo se tomaron 06 (seis) muestras para delimitar el área afectada, así como 01 (un) testigo fuera del área afectada, además se tomaron 02 (dos) muestras simples en el suelo depositado en la celda provisional.

**Superficial 0 - 0.05 m

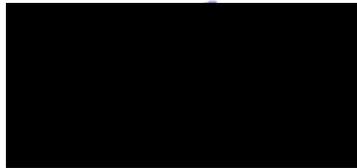
* Artículo 71 Fracción III del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



OBSERVACIONES

Las muestras fueron tomadas en celda provisional, utilizando hand auger de acero inoxidable.
Las muestras tanto en la Fosa de Excavación como las de delimitancia fueron tomadas con hand auger y con espátula de acero inoxidable. La muestra testigo fue tomada con ayuda de espátula de acero inoxidable.
Las muestras fueron envasadas, selladas y etiquetadas, así como conservadas en hielo a 4°C.
Lo ahí observado quedó plasmado en memoria fotográfica, así como en las cadenas de custodia correspondientes.



Responsable Técnico
Nombre y firma



Revisó
Nombre y firma

* Artículo 71 Fracción III del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116
PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I
DE LA LFTAIP**

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/2)



1 – El personal utilizó guantes para evitar la contaminación de las muestras.



2 – Se lavó el equipo al inicio del muestreo para evitar la contaminación de las muestras.



3 – Con ayuda de espátula de acero inoxidable se tomaron las muestras superficiales.



4 – Se tomaron muestras en pared con ayuda del Hand Auger.



5 – Se registraron las profundidades de los puntos de muestreo.



6 – Las muestras fueron debidamente etiquetadas, selladas y rotuladas durante la ejecución del muestreo.

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/2)

**FOTOGRAFÍA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO
DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**



7 – Se lavó el equipo entre cada toma de muestras para evitar la contaminación cruzada.



8 – Se tomaron muestras en el sitio en estudio con ayuda del Hand Auger.



9 – Las muestras se depositaron en frascos de vidrio para su posterior análisis.



10 – Se tomaron muestras en la celda provisional con ayuda del Hand Auger.



11 – Las muestras fueron debidamente etiquetadas, rotuladas y selladas durante la ejecución del muestreo.



12 – Las muestras fueron preservadas en hielera plástica a 4 °C.



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 1 de 3

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
ehs@ehslabs.com

14139

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Anillo Periférico Merida ysc / Transportadores del Sureste

No. DE PROYECTO: P6677 ÁREA: AL FE Ag Res. Ag Pot. S R

MUESTREADOR: [Redacted]

RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted] (nombre y firma)

TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE (días) SIRALAB

ANALISIS				FOLIO:
AFM	HAP	Abundancia	PH	<u>Isali</u> NOMBRE DEL CLIENTE
				<u>[Redacted]</u> FIRMA DEL CLIENTE

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM		EHS ID*	
							MP	MC	L	Kg		
MI-TS-ME-01-FE-P (SUP)	2017/09/27	11:53	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-1-1
MI-TS-ME-010-FE-P (SUP)	2017/09/27	11:55	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-2-1
MI-TS-ME-02-FE-P (0.20m)	2017/09/27	12:15	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-3-1
MI-TS-ME-03-FE-F (0.10m)	2017/09/27	12:22	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-4-1
MI-TS-ME-04-FE-P (0.15m)	2017/09/27	12:33	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-5-1
MI-TS-ME-05-FE-P (0.10m)	2017/09/27	12:43	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-6-1
MI-TS-ME-06-FE-F (SUP)	2017/09/27	12:49	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-7-1
MI-TS-ME-06 ⁰⁷ -FE-P (SUP)	2017/09/27	12:56	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-8-1
MI-TS-ME-08-FE-P (0.10m)	2017/09/27	13:15	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-9-1
MI-TS-ME-09-FE-F (0.15m)	2017/09/27	13:24	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	85682-10-1

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

OBSERVACIONES: _____

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
<u>[Redacted]</u>	<u>2017-10-03</u>	<u>8:45</u>	<u>[Redacted]</u>	<u>2017/10/03</u>	<u>08:45</u>	<u>NOM-138-SEMANA 15 / SSA-1-2012</u>

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) M: Matriz (S: Sólido, L: Líquido, G: Gas, O: Otro) NR: Número de recipientes (4-SCA-018-2A / 09)

C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros) Derechos Reservados. EHS labs.

P: Preservador (1: HCl, 2: HNO3, 3: H2SO4, 4: NaOH, 5: Na2S2O3, 6: H2SO4-CuSO4, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA, 11: Buffer/NaOH, 12: <2°C, 13: HNO3suprapuro/K2Cr2O7). M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta

CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Teldar) T°C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras. EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.

*ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 3

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
ehs@ehslabs.com

14140

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Anexo Bufadero Marida ysc / Transportadores del ste

No. DE PROYECTO: P6677 ÁREA: AL FF Ag Res. Ag Pot. S R

MUESTREADOR: [Redacted]

RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted] (nombre y firma)

TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE (días) SIRALAB

ANALISIS										FOLIO:		
HFM	FIAP	Alrededor	PH								Isali NOMBRE DEL CLIENTE	
										[Redacted] FIRMA DEL CLIENTE		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM <input checked="" type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> Kg					EHS ID*
							MP	MC						
MI-TS-ME-10-FE-P (0.15m)	2017/09/27	13:31	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-11-1
MI-TS-ME-11-FE-P (SUP)	2017/09/27	13:35	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-12-1
MI-TS-ME-12 (0.70m)	2017/09/27	13:52	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-13-1
MI-TS-ME-13 (0.60m)	2017/09/27	14:03	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-14-1
MI-TS-ME-14 (SUP)	2017/09/27	14:26	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-15-1
MI-TS-ME-15 (SUP)	2017/09/27	14:31	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-16-1
MI-TS-ME-16 (0.10m)	2017/09/27	14:40	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-17-1
MI-TS-ME-17 (0.15m)	2017/09/27	14:49	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-18-1
MI-TS-ME-18-CEL (0.60m)	2017/09/27	15:33	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-19-1
MI-TS-ME-19-CEL (1.20m)	2017/09/27	15:43	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓		85682-20-1

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

OBSERVACIONES: _____ T°C* NA

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
[Redacted]	2017-10-03	8:45	[Redacted]	2017/10/03	08:45	Non-138-JOMARNAT/ISSAI-2012

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) M: Matriz (S: Sólido, L: Líquido, G: Gas, O: Otro) NR: Número de recipientes (4-SCA-018-2A/09)

C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Obscuro, CA: Cartucho, O: Otros) Derechos Reservados. EHS labs®

P: Preservador (1: HCl, 2: HNO3, 3: H2SO4, 4: NaOH, 5: Na2S2O3, 6: H2SO4-CuSO4, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA, 11: Buffer/NaOH, 12: <2°C, 13: HNO3suprapuro/K2Cr2O7). M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta

CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Teldar) T°C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras. EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.

*ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO

TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.
Km. 3 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, Municipio de Mérida,
Yucatán.

INFORME DE RESULTADOS SUELOS
P6677

Realizado por:



EHS LABS DE MÉXICO, S. A. DE C. V.

MUESTREO REALIZADO: SEPTIEMBRE, 2017



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.
Dirección:	Av. Wake No. 193, Col. Electricistas,
Entidad:	Cd. de México
Atención:	[REDACTED]

NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. Maria Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km. 3 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza,
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de Mérida, Yucatán.
Fecha de muestreo:	2017-09-27
Número de muestras en estudio:	21
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 14139, 14140, 14141

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Siniestro: Sin. D0003117</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2017-10-03
	Fecha de inicio de análisis: 2017-10-03
Identificación EHS Labs: 85682	Fecha termino de análisis: 2017-10-23
	Descripción física de las muestras: 21 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S. A. de C. V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa Monterrey, N. L.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6677
Fecha de Recepción: 2017-10-03
Fecha de muestreo: 2017-09-27
Folio de cadena de Custodia: 14139, 14140, 14141
Parámetro: HUMEDAD EN SUELO (Acreditado)
Método analítico ANEXO AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (%)	U (%)	Fecha de análisis	Analista
MI-TS-ME-01-FE-P (SUP)	85682-1	17.55	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-01D-FE-P (SUP)	85682-2	26.84	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-02-FE-P (0.20M)	85682-3	10.12	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-03-FE-F (0.10M)	85682-4	19.74	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-04-FE-P (0.15M)	85682-5	20.99	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-05-FE-P (0.10M)	85682-6	16.69	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-06-FE-F (SUP)	85682-7	10.33	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-07-FE-P (SUP)	85682-8	22.31	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-08-FE-P (0.10M)	85682-9	31.37	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-09-FE-F (0.15M)	85682-10	11.59	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-10-FE-P (0.15M)	85682-11	28.68	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-11-FE-P (SUP)	85682-12	26.92	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-12 (0.70M)	85682-13	22.54	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-13 (0.60M)	85682-14	14.70	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-14 (SUP)	85682-15	7.18	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-15 (SUP)	85682-16	8.64	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-16 (0.10M)	85682-17	14.03	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-17 (0.15M)	85682-18	31.45	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-18-CEL (0.60M)	85682-19	27.88	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-19-CEL (1.20M)	85682-20	28.89	6.00	2017-10-06	LB
MI-TS-ME-T (SUP)	85682-21	18.14	6.00	2017-10-06	LB

Nota: El % de humedad es calculado con una formula diferente a la norma y a que la ecuación mencionada se encuentra errónea.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6677

Fecha de Recepción: 2017-10-03

Fecha de muestreo: 2017-09-27

Folio de cadena de Custodia: 14139, 14140, 14141

Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)

Método analítico NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (mg/kg BS)	LC (mg/kg BS)	U (mg/kg BS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-TS-ME-01-FE-P (SUP)	85682-1	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-01D-FE-P (SUP)	85682-2	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-02-FE-P (0.20M)	85682-3	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-03-FE-F (0.10M)	85682-4	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-04-FE-P (0.15M)	85682-5	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-05-FE-P (0.10M)	85682-6	281.33	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-06-FE-F (SUP)	85682-7	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-07-FE-P (SUP)	85682-8	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-08-FE-P (0.10M)	85682-9	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-09-FE-F (0.15M)	85682-10	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-10-FE-P (0.15M)	85682-11	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-11-FE-P (SUP)	85682-12	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-12 (0.70M)	85682-13	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-13 (0.60M)	85682-14	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-14 (SUP)	85682-15	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-15 (SUP)	85682-16	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-16 (0.10M)	85682-17	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-17 (0.15M)	85682-18	<140.56	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-18-CEL (0.60M)	85682-19	3310.47	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB
MI-TS-ME-19-CEL (1.20M)	85682-20	3291.59	140.56	62.10	2017-10-05	2017-10-09	LB



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6677
 Fecha de Recepción: 2017-10-03
 Fecha de muestreo: 2017-09-27
 Folio de cadena de Custodia: 14139, 14140, 14141
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico: NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2017-10-04
 Fecha de análisis: 2017-10-09
 Analista: JD

Cliente	MI-TS-ME-01-FE-P (SUP)	MI-TS-ME-01D-FE-P (SUP)	MI-TS-ME-02-FE-P (0.20M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-1	85682-2	85682-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Cliente	MI-TS-ME-03-FE-F (0.10M)	MI-TS-ME-04-FE-P (0.15M)	MI-TS-ME-05-FE-P (0.10M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-4	85682-5	85682-6		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Cliente	MI-TS-ME-06-FE-F (SUP)	MI-TS-ME-07-FE-P (SUP)	MI-TS-ME-08-FE-P (0.10M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-7	85682-8	85682-9		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Cliente	MI-TS-ME-09-FE-F (0.15M)	MI-TS-ME-10-FE-P (0.15M)	MI-TS-ME-11-FE-P (SUP)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-10	85682-11	85682-12		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.

Ciente	MI-TS-ME-12 (0.70M)	MI-TS-ME-13 (0.60M)	MI-TS-ME-14 (SUP)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-13	85682-14	85682-15		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Ciente	MI-TS-ME-15 (SUP)	MI-TS-ME-16 (0.10M)	MI-TS-ME-17 (0.15M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-16	85682-17	85682-18		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Ciente	MI-TS-ME-18-CEL (0.60M)	MI-TS-ME-19-CEL (1.20M)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	85682-19	85682-20		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	0.26	0.03



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P6677
 Fecha de Recepción: 2017-10-03
 Fecha de muestreo: 2017-09-27
 Folio de cadena de Custodia: 14139, 14140, 14141
 Parámetro: pH EN SUELO (Acreditado)
 Método analítico NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (U de pH)	U (U de pH)	Fecha de análisis	Analista
MI-TS-ME-T (SUP)	85682-21	7.89	0.12	2017-10-03	AH



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.

Comentarios:
Ninguno

[Redacted Signature]
Especialista de laboratorio analítico.

**NOMBRE Y FIRMA DE LA
PERSONA FÍSICA, ART. 116
PÁRRAFO PRIMERO DE LA
LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I
DE LA LFTAIP**

SIMBOLOGÍA:

- LC Límite de Cuantificación, concentración mínima del analito que puede determinarse con un nivel de confianza predeterminado en condiciones rutinarias de operación.
- <LC Menor al Límite de Cuantificación.
- %U Porcentaje de incertidumbre estimada con un factor de cobertura igual a 2, que representa un intervalo de confianza de aproximadamente 95%. Para su aplicación, la incertidumbre se divide entre 100 y se multiplica por el resultado reportado, el valor obtenido representará el rango de incertidumbre expandida +/- en cada parámetro.
- mg/kg BS Concentración expresada en miligramos por kilogramo en Base Seca.

Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación						
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO				
		Semanas				
		1	5	9	13	17
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio	█				
	Acondicionamiento de celda de tratamiento	█				
	Homogenización - Aireación	█				
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)	█				
	Homogenización - Aireación	█				
	Aplicación de nutrientes	█				
	Homogenización - Aireación	█				
	Hidratación	█				
	Homogenización - Aireación	█				
II	Homogenización - Aireación		█			
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)		█			
	Homogenización - Aireación		█			
	Aplicación de nutrientes		█			
	Homogenización - Aireación		█			
	Hidratación		█			
	Homogenización - Aireación		█			
M-I	Monitoreo intermedio		█			
III	Homogenización - Aireación			█		
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)			█		
	Homogenización - Aireación			█		
	Aplicación de nutrientes			█		
	Homogenización - Aireación			█		
	Hidratación			█		
	Homogenización - Aireación			█		
IV	Homogenización - Aireación				█	
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)				█	
	Homogenización - Aireación				█	
	Aplicación de nutrientes				█	
	Homogenización - Aireación				█	
	Hidratación				█	
	Homogenización - Aireación				█	
M-II	Monitoreo intermedio				█	
V	Homogenización - Aireación					█
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					█
	Homogenización - Aireación					█
	Aplicación de nutrientes					█
	Homogenización - Aireación					█
	Hidratación					█
	Homogenización - Aireación					█
M-III	Monitoreo intermedio					█

Plan de monitoreo del seguimiento de la remediación del sitio

- **Método de muestreo, número de muestras, profundidad y parámetros a medir**

En el sitio del material tratado mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado** (320 m³) se tomarán 02 (dos) muestras simples a partir de un muestreo dirigido.

Las especificaciones para la toma de muestras puntuales son las siguientes:

- **Equipo y materiales para el muestreo**

Los instrumentos de muestreo adecuados son esenciales para realizar un buen muestreo. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes instrumentos y materiales:

- Pala pocera y gafas
- Espátulas planas con lados paralelos
- Frascos de vidrio (forrados con papel para impedir el paso de la luz)

- **Recipientes, preservación y transporte de muestras**

Las especificaciones de los recipientes y su preservación serán los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para los parámetros correspondientes, y su transportación del sitio de la toma de muestras a Oficina Matriz correrá a cargo del personal de ISALI, S.A. de C.V.

- **Medidas de seguridad para el personal**

Esto tiene como fin proporcionar las condiciones necesarias al personal en la toma y manejo de las muestras. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes aditamentos:

- Zapatos de seguridad industrial
- Guantes de látex desechables

- **Control documental**

Las actividades realizadas deben ser registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho.

- **Método análisis**

El análisis de la muestras tomadas para el plan de monitoreo se realizará mediante el equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-846-DRAFT METHOD 9074.

- **Periodicidad**

La periodicidad de la toma de muestras y su análisis se realizará conforme en lo establecido en el programa calendarizado de actividades de remediación (*Anexo XVI*).

PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO

1. OBJETIVO.

El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

2. ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	10 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo (entre cada toma de muestra)	10 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	25 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena de custodia y papelería de campo	20 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	05 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total aproximado que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

**Este tiempo es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

3. PERSONAL INVOLUCRADO Y SUS RESPONSABILIDADES.

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Turbosina o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) así como su respectiva aprobación por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Responsable de elaboración

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 10 de abril de 2018

Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán.

4. SITIO DE MUESTREO.

4.1 Características.

El sitio presenta un suelo presenta una textura arcillosa con presencia de abundante roca caliza, además de un tipo de infiltración media y material consolidado. El sitio se encuentra ubicado sobre el derecho de vía de la Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, donde ocurrió el accidente, en el cual se derramó Turbosina, afectando el suelo natural de la misma. Es importante mencionar que se realizaron Labores de Emergencia en el sitio las cuales consistieron en la extracción del material edáfico dañado depositándolo en celda provisional para su posterior tratamiento. En los alrededores del sitio se observa vegetación típica de la región como lo es selva baja caducifolia, con especies de flamboyán y chaya, además existe la presencia cableado eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

El sitio de impacto se encuentra aproximadamente a 23 Km de la cabecera municipal de Mérida.

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, motivo por el que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

4.2 Superficie del polígono del sitio.

En la superficie del polígono del sitio se encuentra la celda de tratamiento en la cual se tomarán las muestras.

4.3 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie o zona de muestreo corresponde a la celda de tratamiento con aproximadamente 320 m³, mismo que fue tratado mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado.

5. HIDROCARBUROS A ANALIZAR.

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Turbosina y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, serán los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

6. MUESTREO.

6.1 Método de Muestreo.

El método de muestreo será dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado, se conoce el volumen del material edáfico en donde se tomarán las muestras (320 m³) en la celda de tratamiento. Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo será aleatorio simple. Las muestras a tomar serán simples.

6.2 Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, sitio de muestreo, parámetros a analizar y volumen.

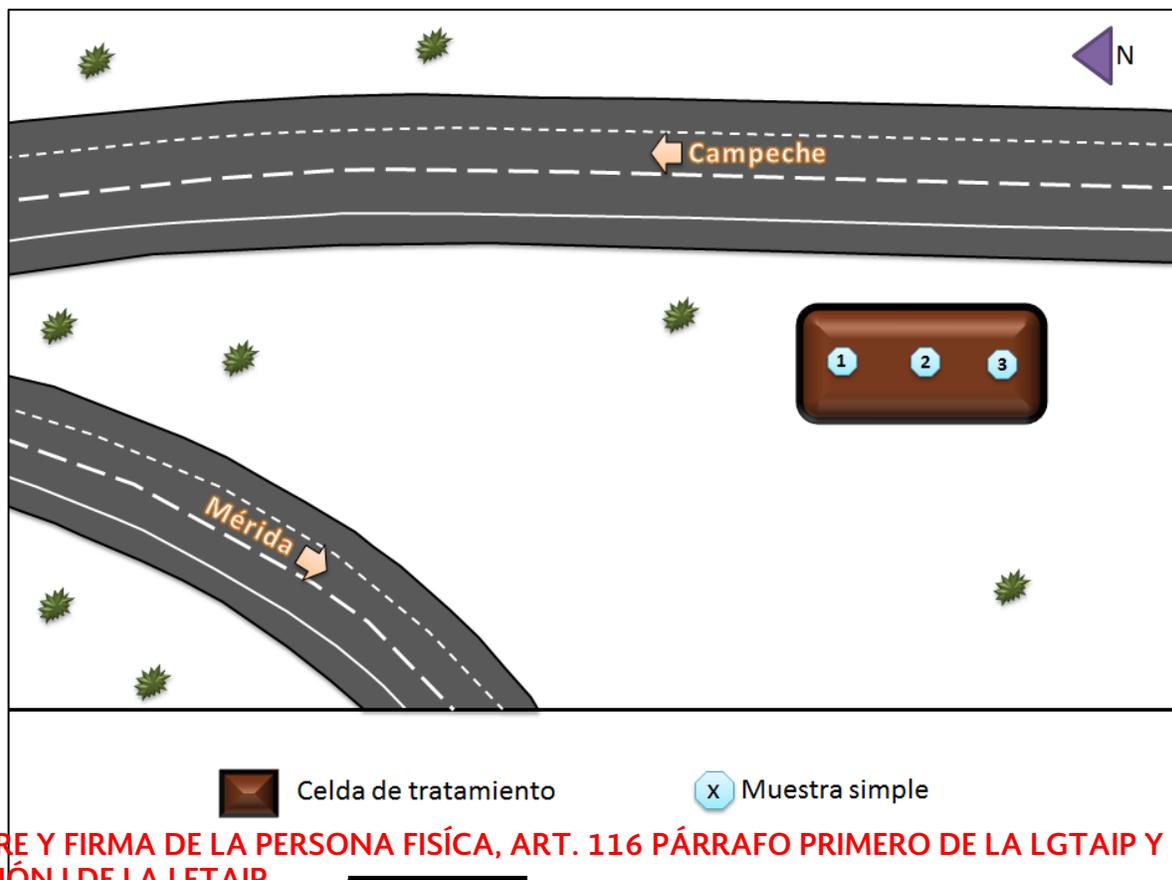
Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Sitio de la toma de muestra	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-TS-ME-01-CEL(0.40m)	0.40	Celda de tratamiento	HFM, HAP, H y pH	235
DUPLICADO	MF- TS-ME-01D-CEL (0.40m)	0.40			
2	MF- TS-ME-02-CEL (1.00m)	1.00			
3	MF- TS-ME-03-CEL (0.80m)	0.80			

Superficial 0 – 0.05 m

Se determinaron tres (03) puntos de muestreo distribuidos en la celda de tratamiento, tomando una (01) muestra simple en cada uno de ellos, adicional se tomará un (01) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar de forma manual está basada en función a las observaciones realizadas en campo, lo cual indica la presencia de textura arcillosa con presencia de abundante roca caliza, así como material consolidado e infiltración media.

6.3 Representación gráfica de los puntos de muestreo.



NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 1.13 FRACCIÓN I DE LA LETAIP

Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán.

6.4 Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizará para efectuar el muestreo por parte del laboratorio será:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón(es) y/o Espátula(s)
- Frascos de vidrio con contratapa de teflón
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

6.5 Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependerá del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

7. RECIPIENTES, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS.

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes a utilizar para las muestras de suelo son frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos son nuevos, y se preservarán en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio correrá a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportarán en hieleras plásticas.

Cada muestra será sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y debe ser entregada para su análisis, todos los sellos contarán con el número o clave única de la muestra. Todas las etiquetas llevarán la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales deben coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

8. MEDIDAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD.

El personal de laboratorio utilizará el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requieran en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participará en la toma y manejo de las muestras.

9. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL MUESTREO.

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo a utilizar en este muestreo serán lavados entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Responsable de elaboración



Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 10 de abril de 2018

Km. 03 Anillo Periférico Lic. Manuel Berzunza, municipio de Mérida, estado de Yucatán.

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras sean recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicará los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas es de suma importancia. De forma general, los criterios que se toman en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizará son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas deben ser apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo

10. DESVIACIONES DE CAMPO¹

Actividad a realizar según Plan de Muestreo	Desviación de la actividad según Plan de Muestreo

Motivo:

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

¹ Este módulo solo será llenado en caso de que exista una desviación de campo al presente Plan de Muestreo, en caso contrario queda sin efecto dicho módulo.